

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Januar 2003 (23.01.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/006290 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B60T 7/22**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE02/02545**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Juli 2002 (11.07.2002)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:  
101 33 030.8 11. Juli 2001 (11.07.2001) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

[DE/DE]; Seestrasse 61/4, 71638 Ludwigsburg (DE).  
**BRAEUCHLE, Goetz** [DE/DE]; Schuetzenweg 2, 74934  
Reichertshausen (DE). **WINNER, Hermann** [DE/DE];  
Theodor-Roessler-Strasse 18, 76467 Bietigheim (DE).  
**WEILKES, Michael** [DE/DE]; Gutenbergstrasse 28,  
74343 Sachsenheim (DE). **HEINEBRODT, Martin**  
[DE/DE]; Breitscheidstrasse 133, 70176 Stuttgart (DE).  
**UHLER, Werner** [DE/DE]; Augsteiner Strasse 11,  
76646 Bruchsal (DE). **HERMSEN, Wolfgang** [DE/DE];  
Jesinger Strasse 46/2, 73230 Kirchheim (DE). **THIELE,**  
**Joachim** [DE/DE]; Heilbronner Strasse 86, 70732 Tamm  
(DE). **STAEMPFLÉ, Martin** [DE/DE]; Buchenlandweg  
95, 89075 Ulm (DE). **OECHSLE, Fred** [DE/DE];  
Schwaikheimer Strasse 46, 71642 Ludwigsburg (DE).  
**WILHELM, Ulf** [DE/DE]; Scheibbsstrasse 103, 71277  
Rutesheim (DE).

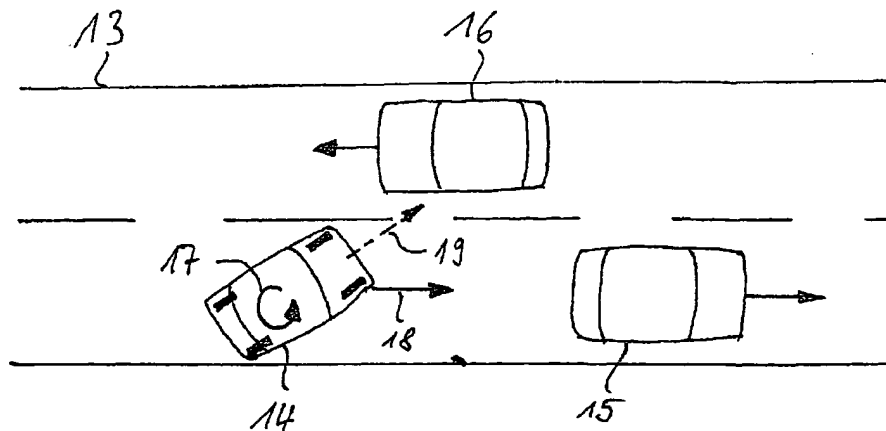
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KNOOP, Michael** (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR AUTOMATICALLY CONTROLLING THE DECELERATION DEVICE OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AUTOMATISCHEN STEUERUNG DER VERZÖGERUNGSEINRICHTUNG EINES FAHRZEUGS



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for controlling the deceleration devices of a vehicle during a braking operation, especially of a vehicle which is provided with a sensor for adaptive speed control. During the braking operation, danger measures are determined on the basis of vehicle dynamic models, which are individualized via signals from the sensory mechanism of the surrounding field. A first danger measure is estimated for continued deceleration and a second danger measure is estimated for unchecked further movement of the vehicle. Both danger measures are compared in order to decide whether the automatic vehicle deceleration should be maintained or whether braking should be stopped before the vehicle comes to a stand still.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/006290 A1





(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

---

**(57) Zusammenfassung:** Vorgeschlagen wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung von Verzögerungseinrichtungen eines Fahrzeugs während einer Bremsoperation, insbesondere eines Fahrzeugs, das mit einem Sensor zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung ausgerüstet ist. Während der Bremsoperation werden auf Grundlage fahrdynamischer Modelle, die durch Signale der Umfeldsensorik individualisiert werden, Gefährdungsmaße ermittelt. Ein erstes Gefährdungsmaß wird für den Fall einer fortgeführten Verzögerung und ein zweites Gefährdungsmaß für den Fall einer ungebremsen Weiterbewegung des Fahrzeugs vorausberechnet. Durch den Vergleich der beiden Gefährdungsmaße wird entschieden, ob die automatische Fahrzeugverzögerung beibehalten werden soll oder ob die Bremsung vor Erreichen des Stillstandes des Fahrzeugs aufgehoben werden soll.

Verfahren und Vorrichtung zur automatischen Steuerung der  
Verzögerungseinrichtung eines Fahrzeugs

Vorgeschlagen wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung von Verzögerungseinrichtungen eines Fahrzeugs während einer Bremsoperation, insbesondere eines Fahrzeugs, das mit einem Sensor zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung ausgerüstet ist. Während der Bremsoperation werden auf Grundlage fahrdynamischer Modelle, die durch Signale der Umfeldsensorik individualisiert werden, sowie des charakteristischen, zu erwartenden Fahrerverhaltens, das durch Auswertung der seitherigen Fahrerreaktionen gewonnen wurde, Gefährdungsmaße ermittelt. Ein erstes Gefährdungsmaß wird für den Fall einer fortgeführten Verzögerung und ein zweites Gefährdungsmaß für den Fall einer ungebremsen Weiterbewegung des Fahrzeugs vorrausberechnet. Durch den Vergleich der beiden Gefährdungsmaße wird entschieden, ob die automatische Fahrzeugverzögerung beibehalten werden soll oder ob die Bremsung vor Erreichen des Stillstandes des Fahrzeugs aufgehoben werden soll.

Stand der Technik

Bekannt sind Tempomaten, die mittels eines Abstandssensors die eingestellte Geschwindigkeit absenken, wenn vor dem eigenen Fahrzeug ein vorrausfahrendes, langsames Fahrzeug

erkannt wurde. Derartige Systeme sind unter dem Namen „adaptive cruise control“ (ACC) verbreitet. Ein derartiges System wird in dem Aufsatz „adaptive cruise control system aspects and development trends“ von Winner et al. (SAE-paper 96 1010, International Congress and Exposition, Detroit, 26.-29. Februar 1996) beschrieben. Derartige Systeme sind bislang als Komfortsysteme geplant, weshalb die maximale Verzögerungsleistung dieser Systeme nicht ausreicht, um drohende Kollisionen mit vorausfahrenden Fahrzeugen zu verzögern.

Das Dokument DE 197 50 913 beschreibt ein automatisches Bremsregelsystem für Kraftfahrzeuge, das in der Lage ist, Hindernisse zu erfassen und bei einer drohenden Kollision das eigene Fahrzeug bis in den Stillstand abzubremsen. Dies geschieht mittels einer Hinderniserfassungseinrichtung zum Erfassen eines Hindernisses vor dem Fahrzeug, einer Stopponentscheidungseinrichtung zum Entscheiden, ob das Fahrzeug im Wesentlichen gestoppt wurde, einer Bremskraftbestimmungseinrichtung zum Bestimmen einer Bremskraft um das Fahrzeug gestoppt zu halten, einer Bremskraftregleinrichtung, einer Fahrwiederaufnahmeentscheidungseinrichtung sowie einer Freigabeeinrichtung zum Freigeben der Bremskraft. Dieses System zeichnet sich dadurch aus, dass ein Fahrzeug automatisch bis in den Stillstand abgebremst werden kann. Ein Abbruch der Verzögerung während des Bremseingriffes wird jedoch weder in dieser Schrift noch in einer anderen bekannten Schrift erwähnt.

#### Kern und Vorteile der Erfindung

Kern der Erfindung ist es, Fahrzeuge, insbesondere Fahrzeuge mit Abstandsregelungseinrichtungen, automatisch abbremsen zu können und dabei die Abbremsung so zu gestalten, dass die

Insassen möglichst nicht gefährdet werden. Dies geschieht durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben. Die Entscheidung, ob eine Verzögerung zur Vermeidung von Kollisionen aufrechterhalten werden soll oder abgebrochen werden soll, wird auf Grundlage eines Vergleichs zweier ermittelter Gefährdungsmaße gefällt. Es ist ein erstes Gefährdungsmaß vorgesehen, das die Gefährdung des eigenen Fahrzeugs bei einer fortgeführten Verzögerung repräsentiert sowie ein zweites Gefährdungsmaß, das die Gefährdung des Fahrzeugs bei einer Bremsenöffnung während der Verzögerung repräsentiert. Während einer Bremsoperation ist es möglich, dass das Fahrzeug infolge mangelnder Bodenhaftung beginnt, sich um seine Hochachse zu drehen oder aber während einer Bremsung die lenkbaren Vorderräder eingeschlagen werden. Wird die Haftungsgrenze der Reifen auf der Fahrbahn wieder erreicht, können derartige Situationen dazu führen, dass das eigene Fahrzeug unkontrollierbar wird und es zu Kollisionen mit stehenden oder fahrenden Hindernissen kommt. Um dieses zu vermeiden, wird während dem Bremsmanöver zur Vermeidung einer Kollision fortwährend überprüft, ob es im Hinblick auf die Sicherheit günstiger ist, die Bremsen zu lösen und das Fahrzeug kontrolliert um das Hindernis herumzulenken oder aber ob es günstiger ist, trotz Loslassen des Bremspedals durch den Fahrer die Notbremsung beizubehalten und ein unkontrolliertes Ausbrechen des Fahrzeugs zu verhindern.

Es ist weiterhin vorteilhaft, dass es sich bei der automatisierten Bremsung entweder um eine automatisch ausgelöste Bremsung handelt oder eine vom Fahrer ausgelöste, jedoch automatisch durchgeführte Bremsung handelt. Beiden Möglichkeiten ist jedoch gemein, dass es sich bei der Bremsung um eine starke Verzögerung zur Vermeidung einer Kollision oder zur Minderung der Kollisionsgeschwindigkeit

handelt, deren Verzögerung in etwa der maximal möglichen Fahrzeugverzögerung entspricht.

Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die Verzögerungsmittel während einer Bremsoperation deaktiviert werden, wenn der Vergleich der Gefährdungsmaße ergibt, dass das erste Gefährdungsmaß höher ist als das zweite Gefährdungsmaß. Im Falle, dass das erste Gefährdungsmaß kleiner ist als das zweite Gefährdungsmaß wird die Bremsoperation auch dann fortgeführt, wenn der Fahrer während der Bremsoperation das Bremspedal deaktiviert.

Vorteilhafterweise werden das erste und das zweite Gefährdungsmaß mittels vorrausberechneter Bewegungstrajektorien der erkannten Hindernisse und des eigenen Fahrzeugs bestimmt. Zur Vorausberechnung der Bewegungstrajektorien werden die Positionen und die Bewegungen des eigenen Fahrzeugs und der stehenden und bewegten Hindernisse im Umfeld des Fahrzeugs mittels fahrdynamischer Modelle sowie des charakteristischen, zu erwartenden Fahrerverhaltens berücksichtigt.

Weiterhin ist es vorteilhaft, dass in die Ermittlung der Eigensituation das charakteristische Fahrverhalten des Fahrers einbezogen wird. Hierbei wird berücksichtigt, wie der Fahrer Lenk-, Beschleunigungs- und Bremsbetätigungen ausführt, ob diese eher langsam und im Ausmaß möglichst schwach oder abrupt und von heftigem Ausmaß sind. Hierbei kann auch berücksichtigt werden, mit welcher Dynamik der Fahrer das Fahrzeug im Mittelwert beschleunigt, verzögert oder lenkt.

Vorteilhafterweise werden zur Erfassung der Umfeldsituation und der eigenen Fahrzeugsituation Signale von mindestens einem der folgenden Sensoren verarbeitet: Gierratensensor,

Radarsensor, Lidarsensor, Videosensor, Raddrehzahlsensor, Lenkwinkelsensor, Fahrpedalsensor, Bremspedalsensor oder Massenträgheitssensor. Erfindungsgemäß ist es nicht notwendig, dass alle der aufgeführten Sensorsignale verarbeitet werden müssen, es ist jedoch auch möglich, dass weitere Signale von Sensoren, die das Fahrzeugumfeld oder die eigene Fahrzeugbewegung detektieren, zusätzlich berücksichtigt werden.

Vorteilhafterweise unterscheidet die Steuerung der Verzögerungsmittel mindestens drei Zustände, wobei die Steuerung zu einem Zeitpunkt genau einen der folgenden Zustände einnehmen kann:

- keine Verzögerung des Fahrzeugs und keine Verzögerungsvorbereitung,
- keine Verzögerung des Fahrzeugs, aber Vorbereitung der Verzögerungsmittel durch Vorbefüllung der Bremsanlagen und Anlegen der Bremsbeläge an die Bremsscheiben sowie
- maximal mögliche Verzögerung des Fahrzeugs.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Steuerung der Verzögerungsmittel mindestens vier Zustände hat, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass zu einem Zeitpunkt genau einer der folgenden Zustände eingenommen wird:

- keine Verzögerung des Fahrzeugs und keine Verzögerungsvorbereitung,
- keine Verzögerung des Fahrzeugs aber Vorbereitung der Verzögerungsmittel durch Vorbefüllung der Bremsanlagen und Anlegen der Bremsbeläge an die Bremsscheiben,
- Verzögerung des Fahrzeugs, die unterhalb der maximal möglichen Verzögerung des Fahrzeugs liegt, sowie
- maximal mögliche Verzögerung des Fahrzeugs.

Vorteilhafterweise wird das beschriebene Verfahren durch eine Vorrichtung ausgeführt, welche Erfassungsmittel

vorsieht, mit denen die Umfeldsituation, die Situation des eigenen Fahrzeugs und die Fahreraktivitäten erfasst werden können, diese einer Auswerteeinrichtung zugeführt werden können in der mittels fahrdynamischer Modelle wahrscheinliche Bewegungstrajektorien des eigenen Fahrzeugs und der im Umfeld erkannten stehenden und bewegten Hindernisse ermittelt werden, aus diesen Bewegungstrajektorien ein erstes und ein zweites Gefährdungsmaß ermittelt werden und in Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses aus dem ersten und dem zweiten Gefährdungsmaß Mittel zur Verzögerung des Fahrzeugs aktiviert oder deaktiviert werden können.

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelementes, das für ein Steuergerät, insbesondere ein Steuergerät für eine Abstandsregelung, vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm gespeichert, das auf einem Recheng Gerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor oder ASIC, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so dass dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein „read only memory“ oder ein „ASIC“.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in



beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehungen sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

#### Zeichnung

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein Zustandsdiagramm für die Steuerung der Verzögerungseinrichtungen mit drei Betriebszuständen,

Figur 2 ein Zustandsdiagramm zur Steuerung der Fahrzeugverzögerungseinrichtungen mit vier Betriebszuständen,

Figur 3 eine Skizze einer Fahrsituation, in der das erfindungsgemäße Verfahren verwendet wird,

Figur 4 eine weitere Skizze einer Verkehrssituation, in der das erfindungsgemäße Verfahren verwendet wird und

Figur 5 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt ein Zustandsübergangsdiagramm einer bevorzugten Ausführungsform für die Steuerung der Verzögerungsmittel. In Figur 1 stellt Block 1 den Betriebszustand dar, dass keine Verzögerung und keine Verzögerungsvorbereitung angefordert wird. Dies bedeutet, dass das Bremssystem druckfrei ist und kein Bremseneingriff stattfindet. Der Zustandsblock 2 stellt den Betriebszustand dar, in dem keine Verzögerung des Fahrzeugs angefordert wird, aber die Verzögerungsmittel für eine eventuell

bevorstehende Verzögerung vorbereitet werden. Dies geschieht durch ein Vorbefüllen der Bremsanlagen und ein Anlegen der Bremsbeläge an die Bremsscheiben ohne Druck auf diese auszuüben um im Bremsfall eine schnellere Verzögerung herbeiführen zu können. Der Betriebszustand 3 in Block 3 repräsentiert eine Abbremsung des Fahrzeugs mit einer maximal möglichen Verzögerung, um eine drohende Kollision zu vermeiden oder eine nicht mehr abwendbare Kollision abzumildern. Der Übergang 4 vom Betriebszustand 1 in den Betriebszustand 2 geschieht automatisch, wenn ein Sensorsignal einen Fahrzustand feststellt, in dem mit einer drohenden Kollision gerechnet werden muss. Dies geschieht vorteilhafterweise durch Überwachung der Gierrate oder des Lenkwinkелеinschlages, des Radar- , Lidar- , oder Videosensors oder des Bremspedalsensors. Übersteigt ein derartiges Signal einen vorgegebenen Schwellenwert oder überschreitet eine Kombination dieser Signale eine vorbestimmte Kombination von Schwellenwerten, so werden die Verzögerungsmittel für eine eventuell bevorstehende Notbremsung in oben beschriebener Weise vorbereitet. Liegen diese Vorbereitungskriterien des Übergangs 4 nach einer vorbestimmten Zeit nicht mehr vor, so wird die Verzögerungsvorbereitung aufgehoben, indem das Bremssystem wieder drucklos gemacht wird. Dieser Vorgang entspricht dem Übergang 5 vom Betriebszustand 2 in den Betriebszustand 1. Der Übergang 6 vom Betriebszustand 2 zum Betriebszustand 3 repräsentiert die Auslösung einer starken Verzögerung, indem die zu einer Bremsoperation vorbereiteten Verzögerungsmittel aktiviert werden und mit einer maximal möglichen Verzögerung betrieben werden. Dies geschieht durch Auswertung der der Vorrichtung zugeführten Sensorsignale, indem aus einem oder mehreren dieser Signale erkannt wird, dass eine Kollision mit einem stehenden oder fahrenden Hindernis unausweichlich ist. Der Übergang 7 vom Betriebszustand 3 zum Betriebszustand 2 verkörpert den Abbruch einer Verzögerung

mit maximal möglicher Verzögerung, wobei eine Bremsvorbereitung beibehalten wird. Die Übergänge 4, 5, 6, 7 in der Figur 1 werden erfindungsgemäß automatisch gesteuert, indem die Sensoreingangsdaten in erfindungsgemäßer Art und Weise ausgewertet werden.

Figur 2 beschreibt ein ähnliches Ausführungsbeispiel, wobei in diesem Ausführungsbeispiel ein weiterer Betriebszustand 8 zur Steuerung der Verzögerungsmittel vorgesehen ist. Dieser weitere Betriebszustand 8 repräsentiert eine Verzögerung des Fahrzeugs, die unter der maximal möglichen Fahrzeugverzögerung liegt und somit als Teilverzögerung beschrieben werden kann. Die Betriebszustände 1, 2 und 3 entsprechen den gleichen Betriebszuständen 1, 2 und 3 aus der Figur 1. Auch die Übergänge 4, 5, 6 und 7 zwischen den Betriebszuständen entsprechen den gleichen Übergängen 4 bis 7 aus Figur 1. Neu hinzugekommen sind die Übergänge 9, 10, 11 und 12. Übergang 9 zwischen dem Betriebszustand 3 und dem Betriebszustand 8 repräsentiert eine Verringerung der Fahrzeugverzögerung von einer in etwa maximal möglichen Fahrzeugverzögerung auf eine Teilverzögerung. Der Übergang 10 stellt den Übergang vom Zustand 8 auf den Zustand 3 dar und verkörpert eine Erhöhung der Verzögerung von einer Teilverzögerung auf eine maximal mögliche Fahrzeugverzögerung. Der Übergang 11 von Zustand 2 nach Zustand 8 stellt die Einleitung einer Verzögerung dar, indem das zur Bremsung vorbereitete Verzögerungssystem mit einer tatsächlichen Verzögerung des Fahrzeugs beginnt, wobei diese Fahrzeugverzögerung einer Verzögerung entspricht, die unterhalb der maximal möglichen Fahrzeugverzögerung liegt. Der Zustand 12 in umgekehrter Richtung repräsentiert die Aufhebung einer Teilverzögerung hin zu einer verzögerungsfreien Weiterbewegung, jedoch mit einer verzögerungsbereiten Bremsanlage.

Der Betriebszustand 8 des Zustandsübergangsdiagramms in Figur 2 verkörpert Verzögerungen, die unterhalb der maximal möglichen Fahrzeugverzögerung liegen. Dies bedeutet, dass in diesem Zustand 8 ein variabler Bremsdruck möglich ist, der sich über die Zeit betrachtet verändern kann.

Figur 3 stellt eine mögliche Verkehrssituation dar, in der das erfindungsgemäße Verfahren Verwendung findet. Dargestellt ist eine Straße 13, wobei in jeder Richtung jeweils eine Fahrbahn vorgesehen ist. Auf dieser Fahrbahn bewegt sich das Fahrzeug 14, das mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgerüstet ist. Vor diesem Fahrzeug 14 befindet sich ein vorausfahrendes Fahrzeug 15 sowie in der Gegenrichtung ein entgegenkommendes Fahrzeug 16. Im indikationsfreien Betriebszustand hat die Steuerung der Verzögerungsmittel des Fahrzeugs 14 den Betriebszustand 1 inne. Dies bedeutet, dass das Fahrzeug 14 dem Fahrzeug 15 folgt. Erkennt die Umfeldsensorik des Fahrzeugs 14, dass das Gefahrenpotential zunimmt, was beispielsweise durch eine starke Verzögerung des Fahrzeugs 15 verursacht wird oder durch ein plötzliches Auftauchen eines Hindernisses zwischen dem Fahrzeug 14 und dem Fahrzeug 15, so geht die Steuerung der Verzögerungsmittel in den Betriebszustand 2 über. Dies hat zur Folge, dass die Verzögerungsmittel für eine eventuell bevorstehende Notbremsung vorbereitet werden, indem die Bremsanlagen des Fahrzeugs vorbefüllt werden und die Bremsbeläge an die Bremsscheiben angelegt werden. Erhöht sich das Gefährdungsmaß für das Fahrzeug 14, so sind zwei Reaktionen möglich. Entweder der Fahrer erkennt die Gefahrensituation selbst und leitet durch eine entsprechende Bremspedalbetätigung eine Bremsoperation ein, oder der Fahrer erkennt das Gefährdungsmaß dieser Fahrsituation nicht und die Steuerung der Verzögerungsmittel leitet automatisch eine Bremsoperation ein. Im weiteren Verlauf dieser beiden möglichen Bremsoperationen ermittelt die Umfeldsensorik aus

den erkannten Hindernissen, in diesem Beispiel handelt es sich um die Fahrzeuge 15 und 16 oder um ein plötzlich auftauchendes Hindernis zwischen den Fahrzeugen 14 und 15, jeweils ein Gefährdungsmaß für eine fortgesetzte Verzögerung sowie für einen Abbruch der Verzögerung. Zur Ermittlung dieser Gefährdungsmaße werden die Positionen und Geschwindigkeiten der Hindernisse mittels der Umfeldsensorik ermittelt und deren weitere Bewegungstrajektorien vorausberechnet. Im Verlauf der Verzögerungsoperation kann es geschehen, dass die Bodenhaftung der Räder des Fahrzeugs 14 an Haftung verlieren und das Fahrzeug ins Schleudern gerät. Dies ist in der beispielhaften Situation, wie sie in Figur 3 dargestellt ist, durch den Pfeil 17 angedeutet, der eine Bewegung des Fahrzeugs um seine Hochachse darstellt. In dieser Situation soll das erfindungsgemäße Verfahren gewährleisten, dass wenn die Bodenhaftung der Räder wieder einsetzt, sich das Fahrzeug nicht auf die Gegenfahrbahn weiterbewegt. Hierzu ist es notwendig, die kollisionsvermeidende Bremsung nicht abubrechen, sondern bis zum Stillstand fortzuführen, selbst wenn der Fahrer das Bremspedal loslässt und ein Ende der Verzögerung wünscht.

In Figur 4 ist eine weitere Verkehrssituation dargestellt, in der das erfindungsgemäße Verfahren Verwendung findet. Es ist eine Fahrbahn 13 dargestellt, die in jeder Fahrtrichtung über eine Fahrspur verfügt. Auf diesen Fahrspuren befindet sich das mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgerüstete Fahrzeug 14, ein vor diesem Fahrzeug herfahrendes Fahrzeug 15 sowie ein Fahrzeug 16, das auf der entgegengesetzten Fahrspur entgegenkommt. Die Bewegungsrichtungen der Fahrzeuge sind durch Pfeile in der Figur erkenntlich. Auch in dieser Figur erfasst die Umfeldsensorik des Fahrzeugs 14 die Verkehrssituation im Erfassungsbereich des Fahrzeugs und wertet diese bezüglich der Gefahrenmaße aus. Erhöht sich das Gefährdungsmaß, beispielsweise infolge einer starken

Bremmung des vorherfahrenden Fahrzeugs 15 oder eines plötzlichen auftauchenden Hindernisses zwischen den Fahrzeugen 14 und 15, so geht die Steuerung der Verzögerungsmittel vom Zustand 1 in Zustand 2 über, indem die Bremsmittel zu einer Verzögerung vorbereitet werden. Steigt im weiteren Verlauf das Gefahrenpotential dieser Situation an oder leitet der Fahrer des Fahrzeugs 14 durch eine Bremspedalbetätigung eine Verzögerung ein mit der eine Kollision verhindert werden soll, so geht die Steuerung der Verzögerungsmittel laut Figur 1 vom Zustand 2 in Zustand 3 über oder laut Figur 2 vom Zustand 2 in Zustand 8 oder 3. Infolge dieser starken Verzögerung kann es passieren, dass die Räder des Fahrzeugs 14 die Bodenhaftung verlieren. Weiterhin ist es denkbar, dass der Fahrer des Fahrzeugs 14 durch einen Lenkeingriff ein Ausweichmanöver durchführen möchte und somit die lenkbaren Vorderräder eingeschlagen werden. Würden in diesem Falle die verzögerten Räder wieder an Bodenhaftung gewinnen, so würde das Fahrzeug infolge des Lenkeinschlages abrupt die Bewegungsrichtung in Richtung des strichlierten Pfeiles 20 fortsetzen. Im Falle eines entgegenkommenden Fahrzeugs 16 würde dies in einer Kollision mit diesem Fahrzeug enden. Um dieses zu vermeiden beobachtet die Umfeldsensorik des Fahrzeugs 14 das aktuelle Fahrgeschehen und bewertet die Situation für eine fortgeführte Verzögerung mit einem ersten Gefährdungsmaß sowie für eine abgebrochene Bremssituation mit einem zweiten Gefährdungsmaß. In diesem Falle wäre das zweite Gefährdungsmaß größer als das erste, da bei einem Abbruch der Verzögerungsoperation eine Kollision unausweichlich wäre. In diesem Falle würde die Steuerung der Verzögerungsmittel die Bremsoperation fortsetzen, auch wenn der Fahrer durch ein Loslassen des Bremspedals einen Wunsch zum Verzögerungsabbruch gäbe. Es sind jedoch auch Verkehrssituationen mit einer Bremsung zur Verhinderung einer Kollision denkbar, in denen der Fahrer die

Bremspedalbetätigung aufrechterhält, wodurch ein zweites Gefährdungsmaß entstünde, das größer wäre als erste Gefährdungsmaß einer fortgeführten Notbremsung. In diesem Fall würde die Steuerung der Verzögerungsmittel den Bremsvorgang abbrechen, auch wenn der Fahrer das Bremspedal weiterhin betätigt. Der Fahrer erhält somit intuitiv die Möglichkeit, ein Ausweichmanöver durchzuführen, dessen Gefährdungsmaß unterhalb dem einer fortgeführten Bremsoperation läge. Die Steuerung der Verzögerungsmittel hat folglich die Möglichkeit, selbständig zu entscheiden, ob im Falle einer bevorstehenden Kollision es günstiger ist, die Verzögerung fortzuführen, um eine mögliche Kollisionsgeschwindigkeit weiter zu reduzieren oder ob es vorteilhafter wäre, die Verzögerung abubrechen und dem Fahrer die Möglichkeit eines Ausweichmanövers zu eröffnen. Insbesondere in Fahrzeugen, die nicht mit elektronischen Fahrdynamikregelungen ausgestattet sind, bietet dieses Verfahren eine Erhöhung der Fahrsicherheit.

In Figur 5 ist der schematische Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens skizziert. In einem Steuergerät 21 zur Steuerung der Verzögerungsmittel ist unter anderem ein Eingangsfeld 22 vorgesehen. Dieses Eingangsfeld 22 empfängt Signale 24 bis 26 von verschiedenen Sensoren 23 bis 25. Bei den Sensoren 23 bis 25 kann es sich um einen oder mehrere der folgenden Vorrichtungen handeln: Gierratensensor, Radarsensor, Lidarsensor, Videosensor, Raddrehzahlsensor, Lenkwinkelsensor, Fahrpedalsensor, Bremspedalsensor oder Massenträgheitssensor. Die von diesen Sensoren zur Verfügung gestellten Signale 24 bis 26 werden an das Eingangsfeld 22 weitergegeben, von wo aus sie mittels eines Datenaustauschsystems 28 einer Auswerteeinrichtung 27 zugeführt wird. Diese Auswerteeinrichtung 27 kann ein Mikroprozessor oder ein ASIC sein. In dieser

Auswerteeinrichtung 27 werden auf Grundlage fahrdynamischer Modelle die Bewegungstrajektorien der von mindestens einem der Sensoren 23 bis 25 erkannten stehenden oder bewegten Hindernisse vorausberechnet. Mittels dieser vorausberechneten Bewegungstrajektorien kann ein erstes Gefährdungsmaß für eine fortgeführte Verzögerung sowie ein zweites Gefährdungsmaß für eine abgebrochene Verzögerung ermittelt werden. Durch den Vergleich dieser beiden Gefährdungsmaße entscheidet die Auswerteeinrichtung 27, ob die Verzögerung fortgesetzt oder abgebrochen werden soll. Je nach Entscheidungsergebnis wird über die Datenaustauschvorrichtung 28 dem Ausgangsfeld 29 ein Signal 31 zugeführt, das die Verzögerungsmittel 30 steuert.



### Ansprüche

1. Verfahren zur automatischen Steuerung der Verzögerungseinrichtungen (30) eines Fahrzeugs (14) während einer automatisierten Bremsung, dadurch gekennzeichnet, dass vor und während einer automatisierten Bremsung des Fahrzeugs mittels Erfassungseinrichtungen (23,25) die Umfandsituation und die Eigensituation erfaßt wird, auf Grundlage der erfaßten Situationen ein erstes Gefährdungsmaß für eine fortgeführte Verzögerung des Fahrzeugs und ein zweites Gefährdungsmaß für eine ungebremste Weiterbewegung des Fahrzeugs ermittelt werden und dass aus einem Vergleich des ersten mit dem zweiten Gefährdungsmaß entschieden wird, ob die Verzögerungseinrichtungen (30) aktiviert bleiben oder deaktiviert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der automatisierten Bremsung um eine automatisch gesteuerte Verzögerung zur Vermeidung einer Kollision oder zur Minderung der Kollisionsgeschwindigkeit handelt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerungsmittel (30) während einer Bremsoperation deaktiviert werden, wenn der Vergleich der Gefährdungsmaße ergibt, dass das erste Gefährdungsmaß höher ist, als das zweite Gefährdungsmaß.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Gefährdungsmaß mittels vorausberechneter Bewegungstrajektorien der erkannten Hindernisse bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Vorausberechnung der Bewegungstrajektorien die Positionen und die Bewegungen des eigenen Fahrzeugs (14) und der stehenden oder bewegten Hindernisse (15,16) im Umfeld des Fahrzeugs mittels fahrdynamischer Modelle berücksichtigt werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in die Ermittlung der Eigensituation das charakteristische Fahrverhalten des Fahrers einbezogen wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erfassung der Umfeldsituation und der Eigensituation Signale von mindestens einem der Sensoren Gierratensensor, Radarsensor, Lidarsensor, Videosensor, Raddrehzahlsensor, Lenkwinkelsensor, Fahrpedalsensor, Bremspedalsensor oder Massenträgheitssensor verarbeitet werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der Verzögerungsmittel mindestens 3 Zustände hat, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass die Steuerung der Verzögerungsmittel folgenden Zustände einnehmen kann

- keine Verzögerung des Fahrzeugs und keine Verzögerungsvorbereitung,

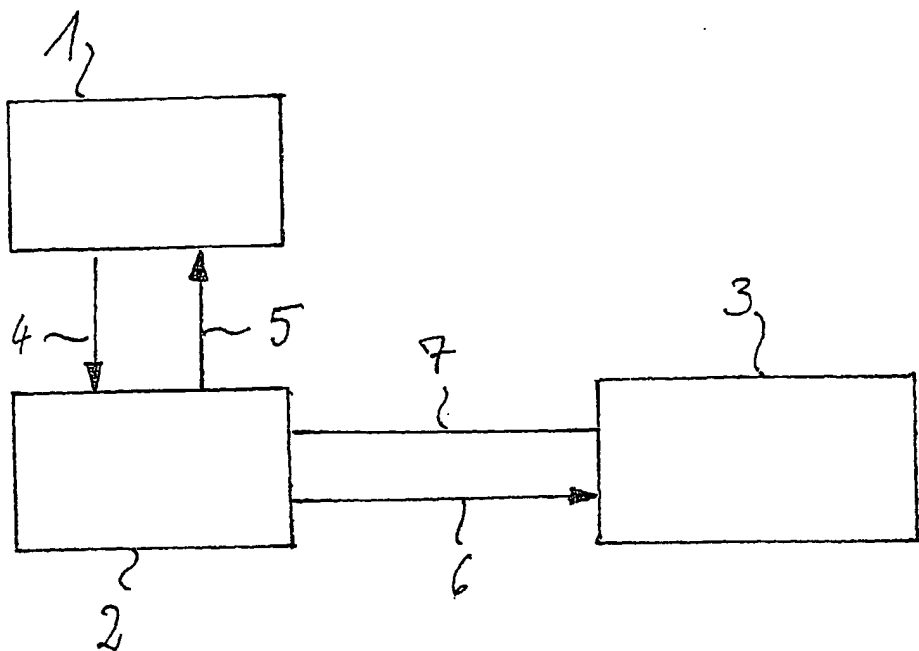
- keine Verzögerung des Fahrzeugs aber Vorbereitung der Verzögerungsmittel durch Vorbefüllung der Bremsanlagen und Anlegen der Bremsbeläge an die Bremsscheiben sowie
- maximal mögliche Verzögerung des Fahrzeugs.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der Verzögerungsmittel mindestens 4 Zustände hat, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass die Steuerung der Verzögerungsmittel folgenden Zustände einnehmen kann

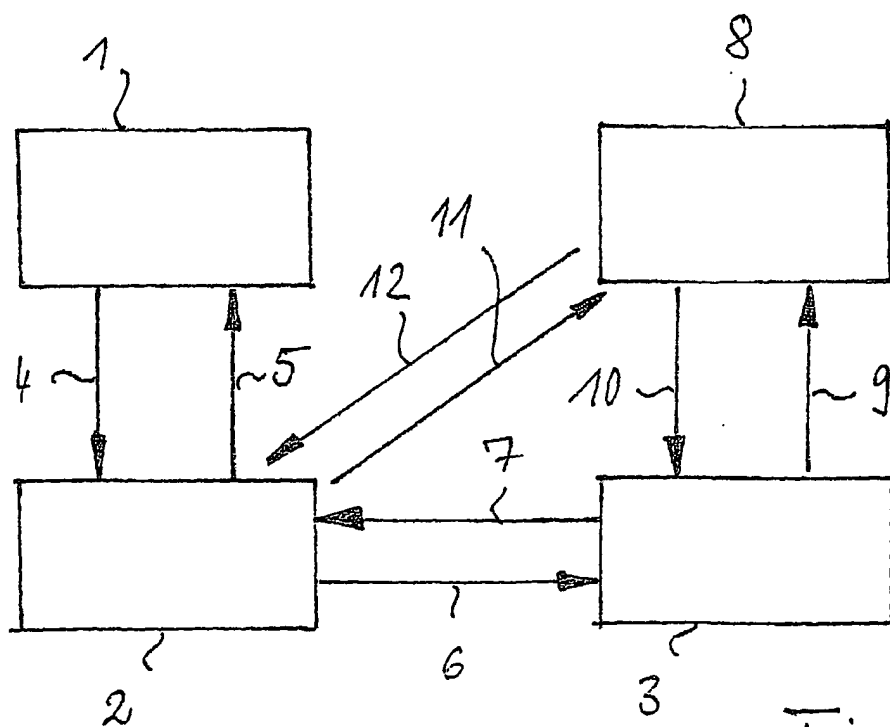
- keine Verzögerung des Fahrzeugs und keine Verzögerungsvorbereitung,
- keine Verzögerung des Fahrzeugs aber Vorbereitung der Verzögerungsmittel durch Vorbefüllung der Bremsanlagen und Anlegen der Bremsbeläge an die Bremsscheiben,
- Verzögerung des Fahrzeugs, die unterhalb der maximal möglichen Verzögerung des Fahrzeugs liegt sowie
- maximal mögliche Verzögerung des Fahrzeugs.

10. Vorrichtung zur automatischen Steuerung der Verzögerungseinrichtungen eines Fahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass Erfassungsmittel (23,25) vorgesehen sind, mit denen die Umfeldsituation, die Fahrzeugsituation und die Fahreraktivitäten erfasst werden, diese einer Auswerteeinrichtung (27) zugeführt werden, in der mittels fahrdynamischer Modelle wahrscheinliche Bewegungstrajektorien ermittelt werden, aus diesen Bewegungstrajektorien ein erstes und ein zweites Gefährdungsmaß ermittelt wird und Mittel (30) zur Verzögerung des Fahrzeugs vorhanden sind, die in Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses aus dem ersten und dem zweiten Gefährdungsmaß aktiviert oder deaktiviert werden.

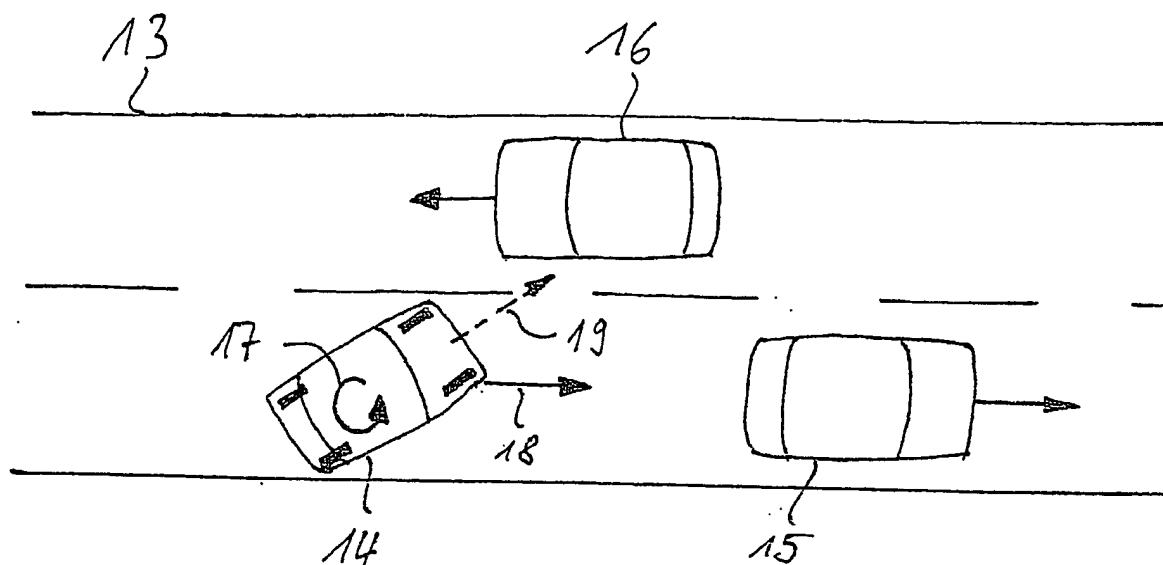
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Verzögerung um eine Bremsoperation zur Vermeidung einer Kollision oder zur Minderung der Kollisionsgeschwindigkeit handelt.



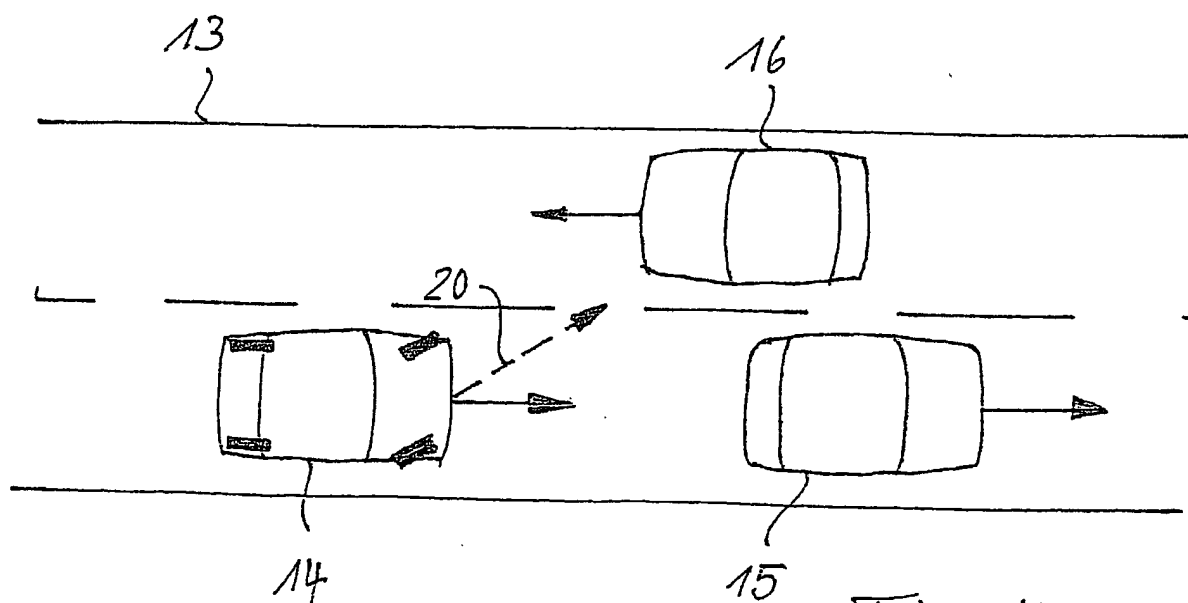
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4

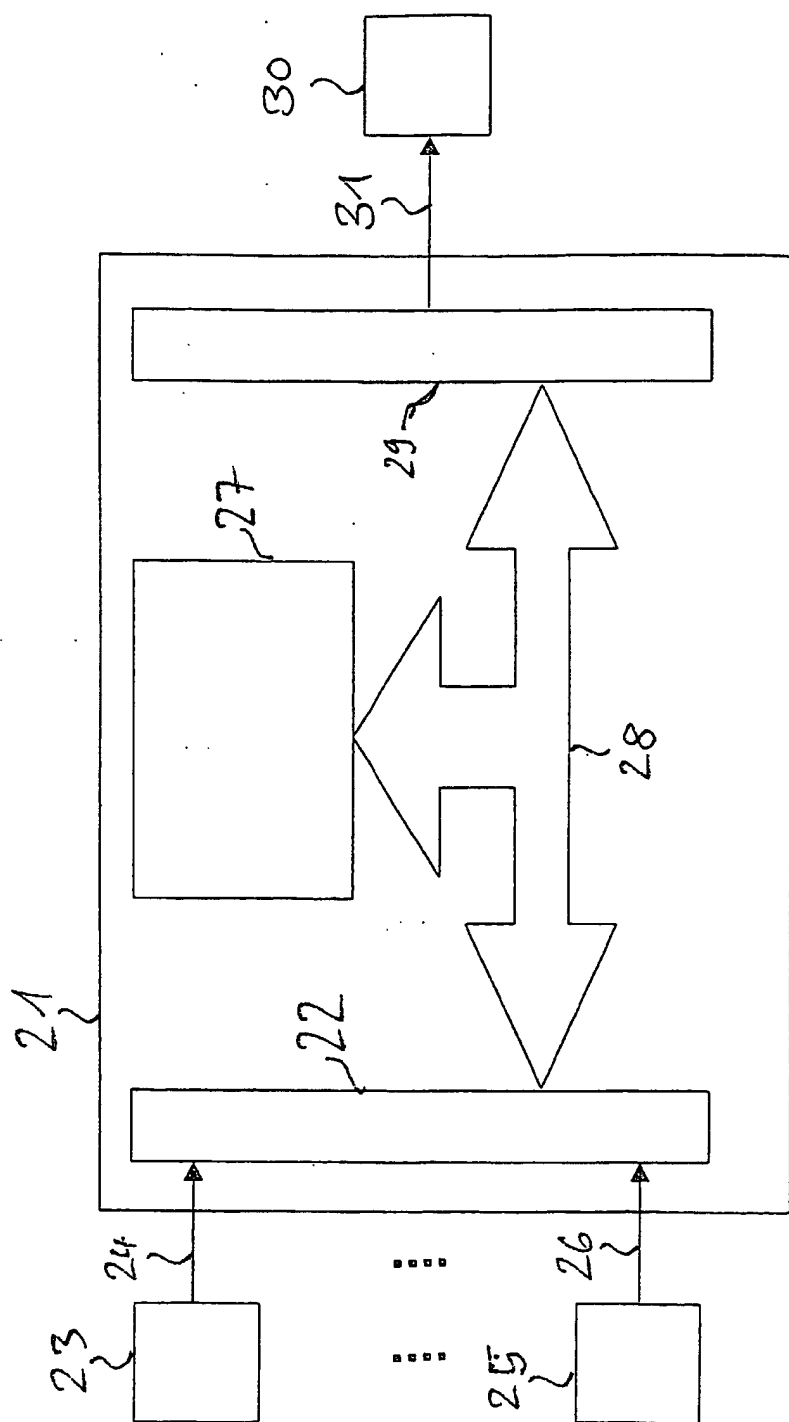


Figure 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In International Application No

PCT/DE 02/02545

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B60T7/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60T B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 967 121 A (VOLKSWAGENWERK AG) 29 December 1999 (1999-12-29)	1-5,7
Y	claims 1-10	6,8,10, 11
A		9
Y	US 5 670 953 A (TANIGUCHI IKUHIRO ET AL) 23 September 1997 (1997-09-23) abstract	6,10,11
Y	EP 1 081 004 A (NISSAN MOTOR) 7 March 2001 (2001-03-07) claim 1	8



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 November 2002

Date of mailing of the international search report

21/11/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Colonna, M



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In International Application No

PCT/DE 02/02545

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0967121	A	29-12-1999	DE 19828693 A1	30-12-1999
			EP 0967121 A2	29-12-1999
			US 6359553 B1	19-03-2002
US 5670953	A	23-09-1997	JP 7251651 A	03-10-1995
			DE 19509178 A1	21-09-1995
EP 1081004	A	07-03-2001	JP 2000309257 A	07-11-2000
			EP 1081004 A2	07-03-2001
			US 6415230 B1	02-07-2002

BEST AVAILABLE COPY



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02545

**A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 B60T7/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60T B60K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 967 121 A (VOLKSWAGENWERK AG) 29. Dezember 1999 (1999-12-29)	1-5,7
Y	Ansprüche 1-10	6,8,10, 11
A	---	9
Y	US 5 670 953 A (TANIGUCHI IKUHIRO ET AL) 23. September 1997 (1997-09-23) Zusammenfassung	6,10,11
Y	EP 1 081 004 A (NISSAN MOTOR) 7. März 2001 (2001-03-07) Anspruch 1	8
	-----	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. November 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/11/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Colonna, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In ☐ nationales Aktenzeichen  
PCT/DE 02/02545

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0967121	A	29-12-1999	DE	19828693 A1	30-12-1999
			EP	0967121 A2	29-12-1999
			US	6359553 B1	19-03-2002
-----					
US 5670953	A	23-09-1997	JP	7251651 A	03-10-1995
			DE	19509178 A1	21-09-1995
-----					
EP 1081004	A	07-03-2001	JP	2000309257 A	07-11-2000
			EP	1081004 A2	07-03-2001
			US	6415230 B1	02-07-2002
-----					

BEST AVAILABLE COPY

